

特開平10-318980

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

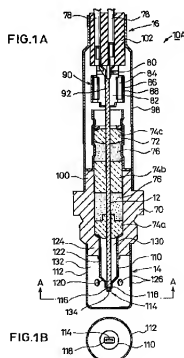
(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I	
G 0 1 N	27/416	G 0 1 N	27/46
	27/41		3 3 1
	27/419		3 2 5 H
			3 2 7 H
審査請求 未請求 前求項の数15 O L (全 14 頁)			
(21) 出願番号	特願平9-130154	(71) 出願人	000004064
(22) 出願日	平成9年(1997)5月20日		日本碍子株式会社 愛知県名古屋市長徳区須田町2番56号
		(72) 発明者	加藤 伸秀 愛知県名古屋市長徳区須田町2番56号 日 本碍子株式会社内
		(72) 発明者	生駒 信和 愛知県名古屋市長徳区須田町2番56号 日 本碍子株式会社内
		(72) 発明者	濱田 安彦 愛知県名古屋市長徳区須田町2番56号 日 本碍子株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 ガスセンサ

## (57) 【要約】

【課題】 凝縮水によるクラックの発生と素子冷えを同時に解決できるようにして、所定ガス成分の測定を高精度に行えるようにする。

【解決手段】 導入された被測定ガスにおける所定ガス成分を測定するセンサ素子12と、該センサ素子12の先端を取り囲むように配置された保護カバー14を有するガスセンサ10Aにおいて、センサ素子12の先端面に被測定ガスを導入するためのガス導入口を設け、保護カバー14を内側保護カバー110と外側保護カバー112により構成する。そして、内側保護カバー110に前記ガス導入口に連通する開口部114を設け、内側保護カバー110とセンサ素子12間で形成される内側保護カバー空間130と、前記内側保護カバー110の開口部114からセンサ素子12の前記ガス導入口に連通する連通路134とを隔離させて、被測定ガスを主として開口部114よりセンサ素子12の前記ガス導入口に拡散流入させるように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】導入された被測定ガスのうちの所定ガス成分を測定するセンサ素子と、該センサ素子を取り囲むように配置された保護カバーを有するガスセンサにおいて、

前記センサ素子は、その先端面に前記被測定ガスを導入するためのガス導入口を有し、

前記保護カバーは、前記ガス導入口に連通する開口部を有し、

前記保護カバーと前記センサ素子間で形成される保護カバー空間と、前記保護カバーの開口部から前記センサ素子のガス導入口に連通する連通路とが隔離され、

前記被測定ガスが主として前記開口部より前記センサ素子のガス導入口に拡散流入することを特徴とするガスセンサ。

【請求項2】請求項1記載のガスセンサにおいて、前記連通路のガス拡散抵抗をD1、前記保護カバー空間から前記連通路へのガス拡散抵抗をD2としたとき、これらのガス拡散抵抗の比 $D1/D2$ が $1/5$ 以下であることを特徴とするガスセンサ。

【請求項3】請求項1又は2記載のガスセンサにおいて、前記保護カバーの側面及び／又は底面に、少なくとも被測定ガスを保護カバー空間に連通させるための穴が設けられていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項4】請求項2又は3記載のガスセンサにおいて、前記センサ素子の端面が前記保護カバーに当接されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項5】請求項3記載のガスセンサにおいて、前記隔離部分に充填材が充填されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項6】請求項1～5のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、前記保護カバーを被覆するように設けられ、かつ、少なくともガス導入孔を具備した外側保護カバーを有することを特徴とするガスセンサ。

【請求項7】請求項6記載のガスセンサにおいて、前記外側保護カバーの底部分に前記被測定ガスのガス排出孔を有することを特徴とするガスセンサ。

【請求項8】請求項7記載のガスセンサにおいて、前記外側保護カバーの底部分に設けられた前記ガス排出孔は複数個存在し、各径が2mm以下であることを特徴とするガスセンサ。

【請求項9】請求項7又は8記載のガスセンサにおいて、前記ガス排出孔は、前記開口部と対向しない位置に設けられていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項10】請求項1～9のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、

前記開口部のガス拡散抵抗は、センサ素子のガス拡散抵抗の $1/10$ 以下であることを特徴とするガスセンサ。

【請求項11】請求項1～10のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、

前記開口部の前記センサ素子に向かう長さが該開口部の開口幅の $1/5$ 倍以上であることを特徴とするガスセンサ。

【請求項12】請求項1～11のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、

前記開口部の開口が1mm以下のスリット状であることを特徴とするガスセンサ。

【請求項13】請求項1～12のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、前記開口部に多孔質体が充填されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項14】請求項10～13のいずれか1項に記載のガスセンサにおいて、

前記開口部が保護カバーとは別部材にて構成されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項15】請求項14記載のガスセンサにおいて、前記保護カバーの底部に凹部が設けられ、

前記凹部に前記開口部が設けられていることを特徴とするガスセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、車両の排出ガスや大気中に含まれる $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 等のガス成分を測定するガスセンサに関し、特に、センサ素子を取り囲むように配置された保護カバーの構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、酸素イオン伝導体を用いた酸素センサ、 $\text{NO}_x$ センサ（特開平8-271476号公報参照）、 $\text{HC}$ センサ（特開平8-247995号公報参照）、プロトンイオン伝導体を用いた水素センサ、 $\text{H}_2$ センサ、あるいは $\text{SnO}_2$ や $\text{TiO}_2$ 等の酸化物半導体を用いた酸素センサや各種ガスセンサなど、様々なガスセンサが提案され、実用化されている。

【0003】これらのガスセンサのうち、 $\text{ZrO}_2$ を用いた酸素センサや $\text{TiO}_2$ を用いた酸素センサは、自動車の排気ガス環境下においても安定な性能を保つことから、広く自動車の排気ガス中の酸素濃度制御あるいは $\text{A/F}$ 制御用として用いられている。

【0004】また、 $\text{ZrO}_2$ を用いた $\text{NO}_x$ センサも自動車の $\text{NO}_x$ 制御用として実用段階に入っている。

【0005】これら $\text{ZrO}_2$ を用いたガスセンサは、通常、ヒータを内蔵しており、エンジンの始動と同時にヒータへの通電が行われ、センサ素子は排気ガスの温度上昇よりも早く昇温し、作動温度に達するようになっている。

【0006】一方、エンジンの始動時には凝縮水が発生する。この凝縮水は、排気ガス温度の上昇に伴ってその発生量が減少し、無くなっていく。従って、凝縮水の発生時間帯にセンサ素子が十分に加熱されていると、凝縮水の付着によりセンサ素子に熱衝撃が加わり、クラックが導入することになる。

【0007】特にヒータとセンサ素子が一体となったガスセンサにおいては、センサ温度の立ち上がりが早く、凝縮水の発生時間帯にセンサ温度が十分に加熱されているために、前記クラックの発生確率が高いという欠点があった。

【0008】これを解消するために、ヒータ内蔵型の酸素センサにおいて、凝縮水対策の保護カバーが提案され、実用化に至っている（例えば特開平5-26842号公報参照）。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、これらのガスセンサは、三元触媒の後方に取り付けられるようになり、従来のような三元触媒の前方に取り付けるタイプのものと比べて、凝縮水の発生時間帯が著しく長くなり、上述の保護カバーでもセンサ素子のクラックの発生確率が高くなるという問題を抱えている。

【0010】更に、NOxセンサのような酸素ポンプ機能を用いるものにおいては、酸素ポンプを有効に働かせるために700℃以上に加熱しており、凝縮水がかかったときの熱衝撃は加熱型の酸素センサよりもはるかに大きく、クラックの発生確率が高いという問題を有している。

【0011】また、これら高温に加熱されるセンサ素子を用いたガスセンサでは、センサの取付け位置が排気パイプの下流になればなるほど、低温の環境になり、これにより、センサ素子が冷やれやすくなって、酸素ポンプが有効に働かないという不都合を生じていた。特に、ディーゼルエンジン、リーンバーンエンジンでは、排気ガス温度が低く、この問題が顕著である。

【0012】本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、凝縮水によるクラックの発生と素子冷やを同時に解決することができ、所定ガス成分の測定を高精度に行うことができるガスセンサを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係るガスセンサは、導入された被測定ガスのうちの所定ガス成分を測定するセンサ素子と、該センサ素子を取り囲むように配置された保護カバーを有するガスセンサにおいて、前記センサ素子の先端面に前記被測定ガスを導入するためのガス導入口を設け、前記保護カバーに、前記ガス導入口に連通する開口部を設け、前記保護カバーと前記センサ素子間で形成される保護カバー空間と、前記保護カバーの開口部から前記センサ素子のガス導入口に連通する連通

路とを隔離させて、前記被測定ガスを主として前記開口部より前記センサ素子のガス導入口に拡散流入させるように構成する。

【0014】これにより、凝縮水が侵入しにくくなり、また、仮に侵入したとしても、水滴の大きさは極めて小さなものとなるため、凝縮水がセンサ素子の先端に当たっても、その熱衝撃は非常に小さいものであり、センサ素子の先端にクラックが発生するということがない。

【0015】また、前記保護カバー空間と連通路とが隔離され、これにより、開口部からセンサ素子に向かって拡散流入される被測定ガスが保護カバー空間に入り込むことがなくなるため、センサ素子において応答性よく所定ガス成分の濃度を測定することができる。

【0016】しかも、ガス導入口をセンサ素子の先端側にし、保護カバーの開口部をセンサ素子のガス導入口に直接連通させる構成としているため、センサ素子が冷やされにくく、凝縮水のセンサ素子への付着確率も著しく小さくなる。

【0017】なお、開口部に排気ガス中に含まれるオイル燃焼物やカーボンの付着が起こり、開口部のガス拡散抵抗が増大しても、開口部のガス拡散抵抗はセンサ素子のガス拡散抵抗に比して、十分低く設定されることになるため、感度の低下や応答性の低下を最小限に抑えることができる。

【0018】前記構成において、前記連通路のガス拡散抵抗をD1、前記保護カバー空間から前記連通路へのガス拡散抵抗をD2としたとき、これらのガス拡散抵抗の比D1/D2（以下、隔離のガス拡散抵抗比と記す）が1/5以下であることが好ましい。この場合、保護カバー空間内へのガスの拡散が抑えられるため、センサ素子での応答性の遅れを大きく改善させることができる。

【0019】そして、前記構成において、前記保護カバーの側面及び/又は底面に、少なくとも被測定ガスを保護カバー空間に連通させるための穴（側面穴や底面穴）を設けるようにしてもよい。この場合、前記隔離のガス拡散抵抗比が1/5以上であっても、応答の遅れを改善することができる。前記隔離のガス拡散抵抗比が1/5以下であれば、更に応答は速くなる。但し、前記側面穴や底面穴は素子冷やや凝縮水の付着確率の増大につながるため、できるだけ径の小さい穴とすることが好ましい。前記穴の設置位置は、保護カバーの側面でも底面でもよいし、両方でもよい。これらの穴の径としては1mm以下が好ましい。

【0020】また、前記構成において、前記センサ素子の端面を前記保護カバーに当接させるようにしてもよい。この場合、保護カバー空間と連通路との隔離がより確実になる。

【0021】また、前記構成において、前記隔離部分に充填材を充填するようにしてもよい。前記隔離のガス拡散抵抗比を上げるために、間隙部をガラスあるいはセラ

ミックスメント、ガラスウール、金属メッシュ（金属ワイヤを押し固めたもの）等の耐熱充填材を充填するのが好ましい。

【0022】また、前記構成において、前記保護カバーを被覆するように設けられ、かつ、少なくともガス導入孔を具備した外側保護カバーを設けるようにしてもよい。これにより、内部の保護カバーが被測定ガスに直接曝されるということがなくなり、素子冷え対策として非常に有効になる。

【0023】そして、前記外側保護カバーの底部分に前記被測定ガスのガス排出孔を設けるようにしてもよい。被測定ガスの流れが直接開口部へ向かわなくなるため、凝縮水が開口部に当たりにくくなり、オイル燃焼物等の付着も少なくなる。

【0024】なお、前記外側保護カバーの底部分に径が2mm以下のガス排出孔を複数個設けることが好ましい。開口部に対向しない位置に設けると更に好ましく、飛散水滴が小さくなり、クラックの発生確率が減少する。この場合、前記ガス排出孔を開口部に対向しない位置に設けることにより、凝縮水の開口部に向かう確率が更に少なくなる。

【0025】また、前記構成において、前記開口部のガス拡散抵抗が、センサ素子のガス拡散抵抗の $1/10$ 以下であることが好ましい。この場合、開口部にオイル燃焼物等が付着しても、感度、応答性低下への影響を小さくすることができる。

【0026】また、前記構成において、前記開口部の前記センサ素子に向かう長さを該開口部の開口幅の $1.5$ 倍以上とすることが好ましい。この場合、飛散水滴がセンサ素子に当たる確率が大きく減少する。なお、開口部の開口の形状としては、スリットや楕円形、円形など種々のものが考えられる。開口をスリット形状とする場合は、スリット幅が1mm以下であることが望ましい。飛散水滴が小さくなると同時にセンサ素子への熱衝撃が小さくなり、クラックの発生確率をより小さくすることができる。

【0027】前記構成において、開口部に多孔質体を充填するようにしてもよい。この場合、開口部に多孔質金属、金属メッシュ、多孔質セラミックス、ガラスウール等を充填することができる。これにより、凝縮水のセンサ素子に当たる確率が更に減少する。従って、開口部の開口幅が大きい場合に有効である。

【0028】そして、前記構成において、前記開口部を保護カバーとは別部材にて構成するようにしてもよい。この場合、センサ素子の位置ぼろつきを容易に解消できるほか、開口部の高さ、開口面積等を自由に設定でき、開口部の設計の自由度が高くなる。例えば、開口部の入り口部分の開口面積を大きくし、かつ、開口部の高さを大きくすることにより、ガス拡散抵抗を上げることなく、高さを大きくすることができ、凝縮水の付着確率を

更に低下させることができる。また、隔離部分（センサ素子と開口部との間隙部分）のガス拡散抵抗も十分に大きな値になるように設計、製作することが可能になる。

【0029】また、前記構成において、前記保護カバーの底部に凹部を設け、前記凹部に前記開口部を設けるようにしてもよい。この場合、被測定ガスの流入経路が長くなることから、凝縮水も当たりにくく、しかも、開口部が凹部の奥に配置されているため、開口部へのオイル燃焼物等の粒子の付着が起こりにくいという特徴を有する。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るガスセンサを例えば車両の排気ガスや大気中に含まれる $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 等のガス成分を測定するガスセンサに適用したいくつかの実施の形態例を図1A～図17を参照しながら説明する。

【0031】図1Aに示すように、第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aは、導入された被測定ガス（排気ガス）のうちの所定ガス成分、例えば $\text{NO}_x$ 等を測定するセンサ素子12と、該センサ素子12の先端部を取り囲むように配置された保護カバー14と、センサ素子12の先端部を除く全部を取り囲むように配置され、かつ、外部への電気的導通を図るように構成されたセンサ組立16を有して構成されている。

【0032】センサ素子12は、図3及び図4に示すように、全体として、長尺な板状体形状に構成されており、 $\text{ZrO}_2$ 等の酸素イオン伝導性固体電解質を用いたセラミックスよりなる例えば6枚の固体電解質層20a～20fが積層されて構成され、下から1層目及び2層目が第1及び第2の基板層20a及び20bとされ、下から3層目及び5層目が第1及び第2のスペーサ層20c及び20eとされ、下から4層目及び6層目が第1及び第2の固体電解質層20d及び20fとされている。

【0033】具体的には、第2の基板層20b上に第1のスペーサ層20cが積層され、更に、この第1のスペーサ層20c上に第1の固体電解質層20d、第2のスペーサ層20e及び第2の固体電解質層20fが順次積層されている。

【0034】第2の基板層20bと第1の固体電解質層20dとの間には、酸化物測定基準となる基準ガス、例えば大気を導入される空間（基準ガス導入空間）22が、第1の固体電解質層20dの下面、第2の基板層20bの上面及び第1のスペーサ層20cの側面によって区画、形成されている。

【0035】また、第1及び第2の固体電解質層20d及び20f間に第2のスペーサ層20eが挟設されると共に、第1及び第2の拡散律速部24及び26が挟設されている。

【0036】そして、第2の固体電解質層20fの下面、第1及び第2の拡散律速部24及び26の側面及び

に第1の固体電解質層20dの上面によって、被測定ガス中の酸素分圧を調整するための第1室28が区画、形成され、第2の固体電解質層20fの下面、第2の拡散律速部26の側面、第2のスペーサ層20eの側面並びに第1の固体電解質層20dの上面によって、被測定ガス中の酸素分圧を微調整し、更に被測定ガス中の酸化物、例えば窒素酸化物(Nox)を測定するための第2室30が区画、形成される。

【0037】また、センサ素子12の先端端面のうち、第2のスペーサ層20eの端面に被測定ガスを前記第1室28に導入するためのガス導入口32が設けられている。従って、外部空間と第1室28は、ガス導入口32と第1の拡散律速部24を介して連通し、第1室28と第2室30は、前記第2の拡散律速部26を介して連通されている。

【0038】ここで、前記第1及び第2の拡散律速部24及び26は、第1室28及び第2室30にそれぞれ導入される被測定ガスに対して所定の拡散抵抗を付与するものであり、例えば、被測定ガスを導入することができる多孔質材料(例えばZrO<sub>2</sub>等)からなる多孔質体)又は所定の断面積を有した小孔からなる通路として形成することができる。また、印刷による多孔質層もしくは空層順にて構成してもよい。なお、第1及び第2の拡散律速部24及び26における各拡散抵抗の大小関係は、ここでは問わないが、第2の拡散律速部26の拡散抵抗が第1の拡散律速部24より大きい方が好ましい。

【0039】そして、前記第2の拡散律速部26を通じて、第1室28内の雰囲気 gas が所定の拡散抵抗の下に第2室30内に導入される。

【0040】また、前記第2の固体電解質層20fの下面のうち、前記第1室28を形づくる下面全面に、平面ほぼ矩形形状の多孔質サーメット電極からなる内側ポンプ電極34が形成され、前記第2の固体電解質層20fの上面のうち、前記内側ポンプ電極34に対応する部分に、外側ポンプ電極36が形成されており、これら内側ポンプ電極34、外側ポンプ電極36並びにこれら両電極34及び36間に挟まれた第2の固体電解質層20fにて電気化学的なポンプセル、即ち、主ポンプセル38が構成されている。

【0041】そして、前記主ポンプセル38における内側ポンプ電極34と外側ポンプ電極36間に、外部の可変電源40を通じて所望の制御電圧(ポンプ電圧)Vp1を印加して、外側ポンプ電極36と内側ポンプ電極34間に正方向あるいは負方向にポンプ電流Ip1を流すことにより、前記第1室28内における雰囲気 gas 中の酸素を外部空間に汲み出し、あるいは外部空間の酸素を第1室28内に汲み入れることができるようになっている。

【0042】また、前記第1の固体電解質層20dの上面のうち、前記第1室28を形づくる上面であって、かつ第2の拡散律速部26に近接する部分に、平面ほぼ矩

形状の多孔質サーメット電極からなる測定電極42が形成され、前記第1の固体電解質層20dの下面のうち、基準ガス導入空間22に露呈する部分に基準電極44が形成されており、これら測定電極42、基準電極44及び第1の固体電解質層20dによって、電気化学的なセンサセル、即ち、制御用酸素分圧測定セル46が構成されている。

【0043】この制御用酸素分圧測定セル46は、第1室28内の雰囲気 gas と基準ガス導入空間22内の基準ガス(大気)との間の酸素濃度差に基づいて、測定電極42と基準電極44との間に発生する起電力を電圧計48にて測定することにより、前記第1室28内の雰囲気 gas の酸素分圧が検出できるようになっている。

【0044】即ち、基準電極44及び測定電極42間に生じる電圧V1は、基準ガス導入空間22に導入される基準ガスの酸素分圧と、第1室28内の被測定ガスの酸素分圧との差に基づいて生じる酸素濃度電池起電力であり、ネルンストの式として知られる

$$V1 = RT / 4F \cdot \ln (P_1 (O_2) / P$$

(O<sub>2</sub>))

R: 気体定数

T: 絶対温度

F: ファラデー数

P<sub>1</sub>(O<sub>2</sub>): 第1室28内の酸素分圧

P<sub>2</sub>(O<sub>2</sub>): 基準ガスの酸素分圧

の関係を持している。そこで、前記ネルンストの式に基づく電圧V1を電圧計48によって測定することと、第1室28内の酸素分圧を検出することができる。

【0045】前記検出された酸素分圧値は可変電源40のポンプ電圧Vp1をフィードバック制御系50を通じて制御するために使用され、具体的には、第1室28内の雰囲気 gas の酸素分圧が、次の第2室30において酸素分圧の制御を行い得るのに十分な低い所定の値となるように、主ポンプセル38のポンプ動作が制御される。

【0046】なお、前記主ポンプセル38における内側ポンプ電極34及び外側ポンプ電極36並びに制御用酸素分圧測定セル46における測定電極42は、このガスセンサ内に導入された被測定ガス中のNOx、例えば、NOに対する触媒活性が低い不活性材料により構成される。

【0047】特に、前記内側ポンプ電極34及び測定電極42は、多孔質サーメット電極にて構成することができ、この場合、Pt等の金属とZrO<sub>2</sub>等のセラミクスとから構成されることになるが、被測定ガスに接触する第1室28内に配置される内側ポンプ電極34及び測定電極42は、測定ガス中のNO成分に対する還元能力を弱めた、あるいは還元能力のない材料を用いる必要があり、例えばLa<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>等のペロブスカイト構造を有する化合物、あるいはAu等の触媒活性の低い金属とセラミックスのサーメット、あるいはAu等の触媒活性

の低い金属とPt族金属とセラミックスのサメットで構成されることが好ましい。更に、電極材料にAuとPt族金属の合金を用いる場合は、Au添加量を金属成分全体の0.03～35vol%にすることが好ましい。

【0048】また、前記第1の固体電解質層20dの上面のうち、前記第2室30を形づくる上面に、平面ほぼ矩形形状の多孔質サメット電極からなる検出電極52が形成されている。そして、該検出電極52、前記主ポンプセル38における内側ポンプ電極34、第1の固体電解質層20d、第2のスーパーサメット及び第2の固体電解質層20fによって、電気化学的なポンプセル、即ち、測定用ポンプセル54が構成される。

【0049】前記検出電極52は、例えば被測定ガス成分であるNOxを還元し得る金属であるRhとセラミックスとしてのジルコニアからなる多孔質サメットにて構成され、これによって、第2室30内の雰囲気中に存在するNOxを還元するNOx還元触媒として機能するほか、前記基準電極44との間に、直流電源56を通じて測定用電圧Vp2が印加されることによって、第2室30内の雰囲気中の酸素を基準ガス導入空間22内に汲み出せるようになっている。この測定用ポンプセル54のポンプ動作によって流れるポンプ電流Ip2は、電流計58によって検出されるようになっている。

【0050】また、このセンサ素子12においては、第1及び第2の基板層20a及び20bに上下から挟まれた形態において、外部からの給電によって発熱するヒータ60が埋設されている。このヒータ60は、酸素イオンの伝導性を高めるために設けられるもので、該ヒータ60の上下面には、基板層20a及び20bとの電気的絶縁を得るために、アルミナ等のセラミックス層62が形成されている。

【0051】前記ヒータ60は、図4に示すように、第1室28から第2室30の全体にわたって配設されており、これによって、第1室28及び第2室30がそれぞれ所定の温度に加熱され、併せて主ポンプセル38、制御用酸素分圧測定セル46及び測定用ポンプセル54も所定の温度に加熱、保持されるようになっている。

【0052】前記センサ素子12は、基本的には以上のように構成されるものであり、次にその作用効果について説明する。

【0053】NOxの測定に先立ち、センサ素子12を第1室28内に被測定ガスが導入できる状態に設定する。次いで、ヒータ60に通電し、第1及び第2の固体電解質層20d及び20fを所望の状態に活性化する。

【0054】次に、上述のように設定したセンサ素子12に対して被測定ガスを導入することにより、前記被測定ガス中に含まれるNOxの測定を開始する。

【0055】第1の拡散律速部24を介して所定の拡散抵抗のもとに第1室28内に導入された被測定ガスは、可変電源40を通じて内側ポンプ電極34及び外側ポン

プ電極36間に印加された所定のポンプ電圧Vp1によって、その中に含まれる酸素分圧が所定値に制御される。即ち、第1室28内の酸素分圧は、電圧計48によって検出される測定電極22及び基準電極44間の電圧V1に基づいて測定することができる。この電圧V1は、前述したネルンストの式で規定される酸素濃度電池起電力であり、この電圧V1が、例えば、3.00mV以下となるように可変電源40の電圧を制御することで、第1室28内の酸素分圧が所定値に制御される。

【0056】第1室28内で所定の酸素分圧に制御された被測定ガスは、第2の拡散律速部26を介して第2室30に導入される。

【0057】第2室30では、基準電極44と検出電極52との間に当該第2室30内のO<sub>2</sub>を十分に汲み出すことのできる所定のポンプ電圧Vp2が直流電源56によって印加されており、このポンプ電圧Vp2あるいは第2室30に配設したNOx分解触媒によって被測定ガスに含まれるNOxが分解され、それによって発生したO<sub>2</sub>が第1の固体電解質層20dを介して基準ガス導入空間22側に汲み出される。このとき、酸素イオンの移動によって生じた電流値Ip2は、電流計58によって測定され、この電流値Ip2から被測定ガス中に含まれる所定の酸化物、例えば、NO、NO<sub>2</sub>等のNOxの濃度が測定されることになる。

【0058】つまり、ZrO<sub>2</sub>のような酸素イオン伝導性固体電解質（図4の例では、第1の固体電解質層20d）に電圧を印加すると、酸素イオンの移動によって電流が流れ、これが電流計58を通じてポンプ電流Ip2として測定される。なお、プロトンイオン伝導性固体電解質の場合は、プロトンが移動することによって電流が流れる。

【0059】センサ素子12としては、前記測定用ポンプセル54を用いるほかに、図5に示すように、NOxを検出する電気化学的のセンサセルとして、前記測定用ポンプセル54の代わりに測定用酸素分圧測定セル64を用いるようにしてもよい。

【0060】この測定用酸素分圧測定セル64は、第1の固体電解質層20dの上面のうち、前記第2室30を形づくる上面に形成された検出電極66と、前記第1の固体電解質層20dの下面に形成された前記基準電極44と、前記第1の固体電解質層20dによって構成されている。

【0061】この場合、測定用酸素分圧測定セル64における検出電極66と基準電極44との間に、該検出電極66の周りの雰囲気と基準電極44の周りの雰囲気との間の酸素濃度差に応じた起電力（酸素濃度電池起電力）V2が発生することとなる。

【0062】従って、前記検出電極66及び基準電極44間に発生する起電力（電圧）V2を電圧計68にて測定することにより、検出電極66の周りの雰囲気中の酸素

分圧、換言すれば、被測定ガス成分(Nox)の還元又は分解によって発生する酸素によって規定される酸素分圧が電圧値V2として検出される。

【0063】そして、この起電力V2の変化の度合いが、Nox濃度を表すことになる。つまり、前記検出電極66と基準電極44と第1の固体電解質層20dとから構成される測定用酸素分圧測定セル64から出力される起電力V2が、被測定ガス中のNox濃度を表すことになる。

【0064】そして、前記センサ素子12は、図1Aに示すように、センサ組立体16によって固定されている。具体的には、前記センサ素子12は、金属製のハウジング70と該ハウジング70に溶接固定された円筒形の内筒72の中空部に配置された複数のセラミックサポータ74a~74cとこれらセラミックサポータ74a~74c間にそれぞれ充填されたタルク等のセラミック粉体76によって固定され、該セラミック粉体76によって気密封止されている。

【0065】この第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aでは、センサ素子12と外部との導通をとるために、例えば図1Aに示すように、リード線78と接続する雌コンタクト80、2分割のセラミックハウジング82、固定金具84、押圧ばね86及びカンメリング88からなる差込み部材90をセンサ素子12の電極端子部92に挿入し、カンメリング88の外周をかしめることにより、押圧ばね86に変位を与え、雌コンタクト80を所定の圧力で電極端子部92に押圧するように構成している。

【0066】なお、前記センサ組立体16の構造等については、実公報6-37325号公報、実公報6-37326号公報及び実開平2-146362号公報に詳細に説明されている。

【0067】そして、この第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aの保護カバー14は、図1Aに示すように、金属製あるいは合成樹脂製の内側保護カバー110と外側保護カバー112により構成される。

【0068】内側保護カバー110の先端部には、被測定ガスを導入するための開口部114が設けられており、この開口部114は、所定の長さをもつ角状パイプの形状を呈している。開口部114の後方には、ほぼ直角に近い段差部116を介して開口部114よりも幅広で所定の高さをもつ拡開部118が一体に形成され、この拡開部118の後方には、テーパ状の段差部120を介して円筒状のカバー部122が一体に形成されている。このカバー部122の外径は、ハウジング70の前方中空部の内径とほぼ同じとされ、ハウジング70の後端部は、外方に折り曲げられて、センサ組立体16のセラミックサポータ74aの前面とこれに対向するハウジング70における中空部の段差面によって扶持されてい

【0069】センサ素子12の先端部の投影寸法は、図2において破線で示すように、開口部の開口寸法よりも大きく、拡開部118の内壁面で区画形成される空間の投影寸法とほぼ同じが、僅かに小さされている。

【0070】ここで、センサ素子12の寸法表示としては、図3において、センサ素子12の長手方向の寸法を長さ、短手方向の寸法を幅と表示し、図4において、センサ素子12の固体電解質の積層方向の寸法を高さとするのが通例であるため、以後の寸法表示においては、この通例の表示に従って記す。

【0071】外側保護カバー112は、前方が密閉され、後方が開口とされた円筒状のキャップ形状に形成され、その内径は、センサ組立体16のハウジング70における前方の小径部124の外径とほぼ同じが、わずかに小さされている。そして、この外側保護カバー112をハウジング70の小径部124にはめ込んでスポット溶接等で固定することにより、内部の内側保護カバー全体を被覆するかたちとなる。また、この外側保護カバー112には、その側面に複数のガス導入孔126が例えば等ピッチで形成されている。

【0072】このように、センサ素子12の先端部を被覆するように内側保護カバー110を取り付け、更に、内側保護カバー110を被覆するように外側保護カバー112を取り付けることによって、センサ素子12と内側保護カバー110間、外側保護カバー112と内側保護カバー110間に一つの空間(以下、内側保護カバー空間130と記す)が形成され、内側保護カバー110と外側保護カバー112間に一つの空間(以下、外側保護カバー空間132と記す)が形成される。

【0073】ここで、前記内側保護カバー110の開口部114(角状パイプ)の内側寸法(即ち、開口の寸法)は、センサ素子12のガス導入口32(図3参照)の寸法よりも大きく設定しており、該開口部114でのガス拡散抵抗は、センサ素子12のガス導入口32でのガス拡散抵抗に比べ、十分に低く設定されている。

【0074】前記開口部114の寸法は、幅dが約3mm、高さhが約0.8mm、長さが約1.5mmLとなっている。即ち、前記開口部114は、3mm×0.8mmのスリット(開口)114aが1.5mmの長さで形成された連通路134(図1A参照)を有するかたちとなっているため、凝縮水が侵入しにくく、また、仮に侵入した場合があったとしても、水滴の大きさは極めて小さなものとなるため、凝縮水がセンサ素子12の先端に当たっても、その熱衝撃は非常に小さいものとなり、センサ素子12の先端にクラックが発生するということがない。

【0075】前記開口部114に続く拡開部118は、前記開口部114に対する位置決め、及び内側保護カバー空間130と外側保護カバー空間132を隔離するための、センサ素子12の先端部が拡開部118の内壁面に挿入されることにより、センサ素子12のガス

導入口32と内側保護カバー110の開口部114との位置が合うことになる。

【0076】更に、センサ素子12が段差部116に突き当てられることにより、内側保護カバー空間130と外側保護カバー空間132とが完全に隔離され、これにより、開口部114からセンサ素子12に向かって拡散流入される被測定ガスが内側保護カバー空間130に入り込むことがないため、センサ素子12において応答性よく所定ガス成分の濃度を測定することができる。

【0077】なお、連通路134のガス拡散抵抗D1と内側保護カバー空間130から連通路134へのガス拡散抵抗D2の比 $D1/D2$ としては $1/5$ 以下に設定することが望ましい。また、センサ素子12の先端が段差部116に当接しなくても、開口部114のガス拡散抵抗(連通路134のガス拡散抵抗D1)をセンサ素子12と開口部114のクリアランスのガス拡散抵抗(内側保護カバー空間130から連通路134へのガス拡散抵抗D2)の $1/5$ 以下にすれば、内側保護カバー空間130内のガスの拡散による応答の遅れは大きく改善される。

【0078】ちなみに、開口部114が内側保護カバー空間130に連通していると、内側保護カバー空間130の体積が大きいため、拡散流入した被測定ガスが前記内側保護カバー空間130に入り込む。このため、センサ素子12に入り込む被測定ガスが少なくなり、応答性が遅くなる。

【0079】内側保護カバー110の側面には、被測定ガスを導入するための穴がないことから、センサ素子12に被測定ガスが直接当たることがなくなり、センサ素子12は被測定ガスによって冷やされることがない。

【0080】更に、内側保護カバー110は円筒形状となっているため、内側保護カバー110の側面と板状のセンサ素子12の端面(大きな面積を有する面で、この例ではセンサ素子12の上面や下面が相当する。)との距離が長くなる。これにより、内側保護カバー110が被測定ガス等によって冷やされても、センサ素子12の前記大面との距離が長いため、熱放射、あるいは熱対流によるセンサ素子12の熱損失が少なくなる。即ち、センサ素子12は冷やされにくい構造となっている。

【0081】このように、センサ素子12のうち、内側保護カバー110の側面に対向する面(センサ素子12の側面)には被測定ガスを導入するためのガス導入口32を設けず、該ガス導入口32をセンサ素子12の端面側にし、内側保護カバー110の開口部114をセンサ素子12のガス導入口32に直接連通させる構成としているため、センサ素子12が冷やされにくく、凝縮水のセンサ素子12への付着確率も著しく小さくなる。

【0082】仮に凝縮水が付着したとしても、水滴の大きさが極端に小さくなっているため、熱衝撃を著しく小さくすることができ、センサ素子12にクラックが生じ

ることがなく、素子冷え、凝縮水によるクラックの発生の問題を同時に解決することができる。

【0083】なお、開口部114に排気ガス中に含まれるオイル燃焼物やカーボンの付着が起こり、開口部114のガス拡散抵抗が増大しても、開口部114のガス拡散抵抗はセンサ素子12のガス拡散抵抗に比して、十分低く設定してあるため、感度の低下や応答性の低下を最小限に抑えることができる。

【0084】次に、図6A及び図6Bを参照しながら第2の実施の形態に係るガスセンサ10Bについて説明する。なお、図1A及び図1Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0085】この第2の実施の形態に係るガスセンサ10Bは、図6A及び図6Bに示すように、前記第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aとほぼ同じ構成を有するが、内側保護カバー110の開口部114がパイプ形状になっておらず、単に内側保護カバー110の底面が角状の穴になっているのみである。また、内側保護カバー110の底部(先端部分)には段差部がなく、くぼんだ形状とされている。開口部114の形状は、幅dが約3mm、高さhが約0.4mm、長さが0.15mmL(内側保護カバー110の板厚)になっている。

【0086】この第2の実施の形態に係るガスセンサ10Bにおいても、センサ素子12の先端面の投影寸法は、図7において破線で示すように、前記開口部114の開口(スリット形状)の寸法よりも大きく、拡開部118の内壁面と区画形成される空間の投影寸法とほぼ同じか、僅かに小とされている。

【0087】この場合、開口部114の長さが、第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aの場合の $1.5\text{mmL}$ から $0.15\text{mmL}$ に短くなっているものの、高さhが $0.8\text{mm}$ から $0.4\text{mm}$ と小さくしており、依然として水滴の当たる確率は従来の保護カバー(側面に穴があるもの)と比べて著しく少なく、また、水滴の大きさも小さいため、センサ素子12へのクラックの発生を有効に抑えることができる。

【0088】また、第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aの保護カバー(図1A及び図1B参照)と比べると、開口部114の長さが $1/10$ になり、高さhが $1/2$ になっているため、開口部114のガス拡散抵抗D1とセンサ素子12と開口部114のクリアランスのガス拡散抵抗D2の比 $D1/D2$ が、前記第1の実施の形態に係るガスセンサ10Aよりも更に $1/5$ 小さくなり、応答性の点で有利になっている。

【0089】なお、この第2の実施の形態に係るガスセンサ10Bにおいても、内側保護カバー空間130と外側保護カバー空間132の隔離、並びにセンサ素子12のガス導入口32と開口部114との位置合わせは、内側保護カバー110の底部に形成されたくぼみ部分(拡開部118)に対するセンサ素子12の挿入によって確



保されている。

【0090】次に、図8A～図9を参照しながら第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cについて説明する。なお、図6A及び図6Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0091】この第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cは、図8A及び図8Bに示すように、前記第2の実施の形態に係るガスセンサ10B（図6A及び図6B参照）とほぼ同じ構成を有するが、内側保護カバー110に段差部が設けられていない点で異なる。即ち、この第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cの内側保護カバー110は、前記段差部や被開口部118が存在せず、全体がカバー部122として構成され、その底部の平坦部分に開口部114が形成された構造を有する。

【0092】この第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cにおいては、センサ素子12の先端面の投影寸法は、図9において破線で示すように、前記開口部114の開口（スリット形状）の寸法よりも大きく設定されている。

【0093】前記段差部の目的は、上述したように、センサ素子12のガス導入口32と内側保護カバー110の開口部114との位置合わせ並びに内側保護カバー空間130と外側保護カバー空間132との隔離にあるが、図8A及び図8Bに示すように、単にセンサ素子12の先端面を内側保護カバー110の底面に当接させることにより、上述のような段差部を設けなくても、前記目的を達成させることができる。この場合、内側保護カバー110の開口部114の寸法をセンサ素子12の組立位置のばらつきを考慮した大きさに設定すればよい。

【0094】この第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cでは、センサ素子12の先端の位置ばらつきが±0.3mmあることから、センサ素子12のガス導入口32の大きさ（0.15mm×0.5mm）に対して、開口部114の寸法を0.6mm×2.0mmに設定しており、センサ素子12の位置がばらついても、開口部114のガス拡散抵抗とセンサ素子12のガス拡散抵抗の比は変わらない。

【0095】次に、図10A～図11を参照しながら第4の実施の形態に係るガスセンサ10Dについて説明する。なお、図1A及び図1Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0096】この第4の実施の形態に係るガスセンサ10Dは、図10A及び図10Bに示すように、前記第1の実施の形態に係るガスセンサ10A（図1A及び図1B参照）とほぼ同じ構成を有するが、内側保護カバー110の開口部114が別部材で構成されている点と、外側保護カバー112の側面にガス導入孔126が2列に形成されている点で異なる。前記2列のガス導入孔126のうち、上部ガス導入孔126aは、2mmφの孔が6等配とされ、下部ガス導入孔126bは、2.5mm

φの孔が8等配となっている。

【0097】内側保護カバー110は、図8Aに示す第3の実施の形態に係るガスセンサ10Cと同様に、全体がカバー部122として構成され、その底部の平坦部分に貫通孔136が形成された構造を有する。

【0098】別体の開口部114aは、角状のバンプ形状を有する開口部本体114aと、該開口部本体114aを内側保護カバー110の底部外面に固定するためのフランジ部114bを有し、長さは約2.0mmとされている。

【0099】そして、開口部114の内側保護カバー110への固定は、センサ組立体16に内側保護カバー110を組み付けた後、該内側保護カバー110の底部から外方に突出するセンサ素子12の先端部分に別部材である開口部本体114aを差し込み、フランジ部114bを内側保護カバー110の底部外面に例えば溶接により固定することによって開口部114が内側保護カバー110に取り付けられることになる。このあと、外側保護カバー112がハウジング70の小径部124に差し込まれて溶接固定される。

【0100】開口部114の内部寸法は、例えば図11に示すように、センサ素子12の外形寸法に対して片側0.5mmのクリアランスで、1.5mmの長さにとわってセンサ素子12に近接している。

【0101】センサ素子12の外形寸法は、4.2mm×1.2mmであり、この近接部分のガス拡散抵抗 $(1/D) \times (L/S)$ は、 $(1/D) \times (1.5 / (4.2 + 1.2 + 4.2 + 1.2) \times 0.05) = 2.78/D$

となっている。なお、Dは被測定ガスの拡散係数である。

【0102】一方、開口部114の内部寸法は、4.3mm×1.3mmのスリットが長さ2.0mmにとわって形成された形状を有しており、そのガス拡散抵抗 $(1/D) \times (L/S)$ は、 $(1/D) \times (2.0 / (4.3 \times 1.3)) = 0.36/D$ となっている。

【0103】このガス拡散抵抗の比は、2.78D/0.36D $\approx$ 7.7となり、内側保護カバー110からセンサ素子12へのガス拡散抵抗が8倍近くに設定されている。従って、ほとんどの被測定ガスはセンサ素子12に入り込み、内側保護カバー空間130には入り込みにくくなっており、実質的に内側保護カバー空間130と外側保護カバー空間132を隔離している。

【0104】この構造によれば、開口部114が別部材で構成されるため、センサ素子12の位置ばらつきを容易に解消できるほか、開口部114の長さ、開口面積等を自由に設定でき、開口部114の設計の自由度が高くなる。例えば、開口部114の入り口部分の開口面積を大きくし、かつ、開口部114の長さを変化させること

10

20

30

40

50

により、ガス拡散抵抗を上げることなく、長さを大きくすることができ、凝縮水の付着確率を更に低下させることができる。

【0105】また、隔離部分（センサ素子12と開口部114との間隙部分）のガス拡散抵抗も十分に大きな値になるように設計、製作することが可能になる。

【0106】一方、外側保護カバー112のガス導入孔126は、上述したように、2列に形成され、上部ガス導入孔126aは2mmφの孔が6等配、下部ガス導入孔126bは2.5mmφの孔が8等配となっている。

【0107】このため、被測定ガス（排気ガス）の流れは、図10Aの矢印で示すように、上から下への流れになり、開口部114の入り口部分へのオイル燃焼物、あるいはカーボン等の粒子の付着が起こりにくくなっている。

【0108】ここで、排気管内のガス流速は中央部は速く、内壁面方向に向かって遅くなる分布を持っている。従って、図10Aの上部ガス導入孔126aを吹き抜けるガス流速に対して下部ガス導入孔126bを吹き抜けるガス流速は速く負圧となっているため、上部ガス導入孔126aから下部ガス導入孔126bに向かうガスが流れが生じる。更に、図10Aの例では、上部ガス導入孔126aの径を下部ガス導入孔126bの径に対して小さくし、数も少なくしているため、効果的に下方に流れるガス流を作っている。つまり、下部ガス導入孔126bは、ガス排出孔として機能することになる。

【0109】次に、図12A～図13を参照しながら第5の実施の形態に係るガスセンサ10Eについて説明する。なお、図10A及び図10Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0110】この第5の実施の形態に係るガスセンサ10Eは、図12A及び図12B並びに図13に示すように、前記第4の実施の形態に係るガスセンサ10Dとほぼ同じ構成を有するが、以下の点でその構成が異なる。

【0111】即ち、センサ素子12の先端部が内側保護カバー110の底部よりも奥まった位置に配されており、内側保護カバー110の貫通孔（図示せず）とセンサ素子12の先端部との間に別部材の開口部114が取り付けられている。つまり、第4の実施の形態に係るガスセンサ10D（図10A及び図10B参照）における開口部114が逆向きに設けられている。

【0112】内側保護カバー110は、全体として径が大きくなっており、その後端部（ハウジング側の端部）にはフランジ部110aが設けられ、該フランジ部110aがハウジング70の底面に例えばプロジェクション溶接されて固定されている。

【0113】外側保護カバー112のガス導入孔126（上部ガス導入孔126a及び下部ガス導入孔126b）が全体的にハウジング70側に設けられ、外側保護カバー112の底部（前部）にはガス排出孔128が形

成されている。

【0114】開口部114を逆向きに配置することにより、開口部114の入り口部分の位置を上方に設定することができ、外側保護カバー112との距離を長くすることができる。これにより、開口部114と外側保護カバー112間に凝縮水が表面張力で溜まりにくくなる。また、外側保護カバー112の底部に設けられたガス排出孔128を通じて飛散侵入した凝縮水が開口部114に到達する確率を小さくすることができる。

【0115】また、外側保護カバー112の下部ガス導入孔126bが内側保護カバー110の側面に対向する位置に設けられているため、外側保護カバー112のガス導入孔（上部ガス導入孔126a及び下部ガス導入孔126b）から飛散侵入した凝縮水が開口部114に当たりにくくなっており、センサ素子12への付着確率を更に低下させる効果を有する。

【0116】また、被測定ガスの雰囲気は開口部114が直接曝されることがないため、オイル燃焼物等の粒子が開口部114に溜まりにくくなっている。

【0117】更に、外側保護カバー112の底部にガス排出孔128が設けられているため、外側保護カバー112の外部表面においてガス流速が速くなって負圧となる。これにより、被測定ガスの流れは、上部から下部に向かう流れが生じ、効果的に前記オイル燃焼物等の粒子の付着、凝縮水の付着を少なくすることができる。

【0118】また、内側保護カバー110の内径が大きくなっているため、センサ素子12からの熱輻射、対流等による素子冷えを少なくすることができる。

【0119】次に、図14A～図15を参照しながら第6の実施の形態に係るガスセンサ10Fについて説明する。なお、図1A及び図1Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0120】この第6の実施の形態に係るガスセンサ10Fは、図14A及び図14B並びに図15に示すように、これまでの実施の形態に係るガスセンサ（第1～第5の実施の形態に係るガスセンサ10A～10E）と異なり、保護カバーが内側保護カバー110のみで構成され、外側保護カバー112が無いところに特徴がある。

【0121】この場合の内側保護カバー110は、その前方中央（底部中央）に所定径の凹部138が形成され、後方が開口とされたほぼ円筒状のキャップ形状に形成され、その内径は、センサ組立体16のハウジング70における前方の小径部124の外径とはほぼ同じか、わずかに小とされている。そして、この内側保護カバー110をハウジング70の小径部124にははみ込んで固定することにより、内部に配置されているセンサ素子12を被覆するかたちとなる。

【0122】センサ素子12は、前記第5の実施の形態に係るガスセンサ10Eと同様に、その先端部が内側保護カバー110の底部（この場合、凹部138の底部）

よりも奥まった位置に配され、前記凹部138の底部中央に形成された貫通孔140とセンサ素子12の先端部との間には、別部材の開口部114が例えば溶接に固定されている。

【0123】この第6の実施の形態に係るガスセンサ10Fにおいては、保護カバーが内側保護カバー110だけの一重構造となっているため、排気ガスが直接内側保護カバー110に当たって素子冷えが起こり易くなっているが、内側保護カバー110の内径が、これまでの実施の形態に係るガスセンサ10A~10Eの内側保護カバー110と比して最も大きくなっており、熱放射や対流による素子冷えを抑制した構造となっている。

【0124】また、この第6の実施の形態に係るガスセンサ10Fにおいては、内側保護カバー110の底部に凹部138が設けられており、該凹部138に開口部114が固定された構造となっている。従って、被測定ガスの流入経路は、その断面積が凹部138の入り口付近において大きく、開口部114で狭くなっており、しかも、全体としての流入経路が長くなっている。このため、前記第1~第5の実施の形態に係るガスセンサ10A~10Eと同様に、開口部114でのガス拡散抵抗が、センサ素子12のガス導入口32でのガス拡散抵抗よりも低く維持されている。

【0125】上述したように、凹部138の入り口付近からセンサ素子12までの距離が長いことから、その分、凝縮水も当りにくく、しかも、開口部114が凹部138の奥に配置されているため、開口部114へのオイル燃焼物等の粒子の付着が起こりにくいという特徴を有する。

【0126】即ち、この第6の実施の形態に係るガスセンサ10Fは、保護カバー114が一重構造という簡単な構成であるにもかかわらず、良好な応答性を確保しつつ、凝縮水対策、素子冷え対策によるばりでなく、オイル燃焼物、カーボン等の粒子の付着の影響を受けにくいという機能を有している。

【0127】次に、図16A~図17を参照しながら第7の実施の形態に係るガスセンサ10Gについて説明する。図12A及び図12Bと対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0128】この第7の実施の形態に係るガスセンサ10Gは、図16A及び図16B並びに図17に示すように、前記第5の実施の形態に係るガスセンサ10E（図12A及び図12B参照）とほぼ同じ構成を有するが、内側保護カバー110の側面に0.5mmφの穴（側面穴142a）が4等配で設けられ、底面にも0.5mmφの穴（底面穴142b）が3等配で設けられている点で異なる。

【0129】この第7の実施の形態に係るガスセンサ10Gにおいては、連通路134のガス拡散抵抗D1と内側保護カバー空間130から連通路134へのガス拡散

抵抗D2の比D1/D2、あるいは開口部114のガス拡散抵抗D1とセンサ素子12と開口部114のクリアランスのガス拡散抵抗D2の比D1/D2（以下、単に「隔離のガス拡散抵抗比」と記す）が十分にとれている場合に有効である。

【0130】即ち、内側保護カバー空間130にも測定ガスが入る構造となっているため、前記隔離のガス拡散抵抗比D1/D2が小さくても応答性の遅れを防ぐことができる。内側保護カバー110の側面及び底面に設けられた側面穴142a及び底面穴142bはそれぞれ0.5mmφと小さく、素子冷えに対する影響が小さくなっている。

【0131】凝縮水に関しては、側面穴142a及び底面穴142bがともに外側保護カバー112のガス導入孔126及びガス排出孔128からの位置をずらして設置され、かつ、0.5mmφと小さな穴となっているため、水滴がセンサ素子12に当たりにくいばかりでなく、小さい水滴になることから、センサ素子12への熱衝撃を和らげることができる。

【0132】このように、第1~第7の実施の形態に係るガスセンサ10A~10Gにおいては、応答性を確保しつつ、凝縮水対策、素子冷え対策、粒子付着による応答性低下対策を同時に可能にすることができる。

【0133】また、自動車のような凝縮水の発生が起こり、かつ、ガス流速が低速から高速まで大きく変動することによって、素子冷えに対する環境が大きく変動する環境に加えて、カーボン燃焼物、カーボン等の粒子が飛来するなど、各種センサにとって厳しい環境下でもそれらの影響を最小限に抑え込むことができ、産業上、極めて有効である。

【0134】前記第1~第7の実施の形態に係るガスセンサ10A~10Gにおいて、内側保護カバー空間130と連通路134との隔離部分にガラスあるいはセラミックセメント、ガラスウール、金属メッシュ（金属ワイヤを押し固めたもの）等の耐熱充填材を充填するようにしてもよい。この場合、隔離のガス拡散抵抗比を更に下げることが可能となる。

【0135】また、開口部114の開口幅が大きい場合、該開口部114に多孔質体を充填するようにしてもよい。この場合、開口部114に多孔質金属、金属メッシュ、多孔質セラミック、ガラスウール等を充填することができる。これにより、凝縮水のセンサ素子に当たる確率が更に減少する。

【0136】なお、この発明に係るガスセンサは、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0137】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るガスセンサによれば、導入された被測定ガスにおける所定ガス成分を測定するセンサ素子と、該センサ素子を取り囲

むように配置された保護カバーを有するガスセンサにおいて、前記センサ素子の先端面に前記被測定ガスを導入するためのガス導入口を設け、前記保護カバーに、前記ガス導入口に連通する開口部を設け、前記保護カバーと前記センサ素子間で形成される保護カバー空間と、前記保護カバーの開口部から前記センサ素子のガス導入口に連通する連通路を隔離させて、前記被測定ガスを主として前記開口部より前記センサ素子のガス導入口に拡散流入させるようにしている。

【0138】このため、凝縮水によるクラックの発生と素子冷えを同時に解決することができ、所定ガス成分の測定を高精度に行うことができるという効果が達成される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1 Aは第1の実施の形態に係るガスセンサの構成を示す縦断面図であり、図1 Bは図1 AにおけるA-A線上の断面図である。

【図2】図1 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図3】ガスセンサ素子の構成を示す平面図である。

【図4】図3におけるB-B線上の断面図である。

【図5】ガスセンサ素子の他の構成を示す平面図である。

【図6】図6 Aは第2の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図6 Bは図6 AにおけるC-C線上の断面図である。

【図7】図6 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図8】図8 Aは第3の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図8 Bは図8 AにおけるD-D線上の断面図である。

【図9】図8 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図10】図10 Aは第4の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図10 Bは図10 AにおけるE-E線上の断面図である。

【図11】図10 Bに示された開口部を拡大して示す要\*

\*部拡大図である。

【図12】図12 Aは第5の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図12 Bは図12 AにおけるF-F線上の断面図である。

【図13】図12 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図14】図14 Aは第6の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図14 Bは図14 Aにおける開口部側を見た正面図である。

【図15】図14 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図16】図16 Aは第7の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図16 Bは図16 AにおけるG-G線上の断面図である。

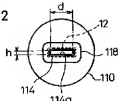
【図17】図16 Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

#### 【符号の説明】

10 A～10 G…ガスセンサ	12…センサ素子
14…保護カバー	16…センサ組立体
32…ガス導入口(センサ素子)	38…主ポンプセル
46…制御用酸素分圧測定セル	54…測定用ポンプセル
64…測定用酸素分圧測定セル	110…内側保護カバー
112…外側保護カバー	114…開口部
116…段差部	118…拡開部
120…テーパー状の段差部	122…カバー部
126…ガス導入口	128…ガス排出孔
130…内側保護カバー空間	132…外側保護カバー空間
134…連通路	138…凹部

【図2】

FIG.2



【図7】

FIG.7

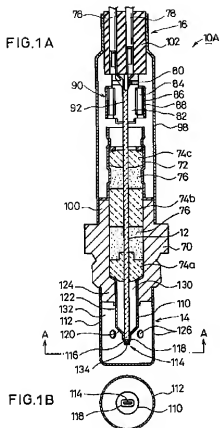


【図9】

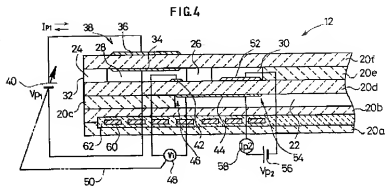
FIG.9



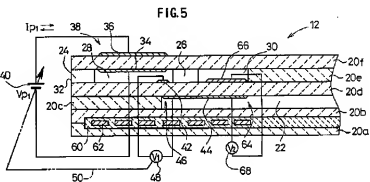
【図1】



【図4】

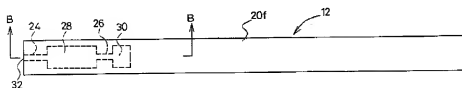


【図5】

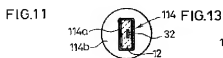


【図3】

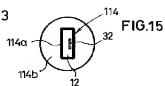
FIG.3



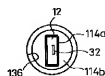
【図11】



【図13】



【図15】





【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第1区分  
 【発行日】平成15年5月21日（2003. 5. 21）

【公開番号】特開平10-318980  
 【公開日】平成10年12月4日（1998. 12. 4）  
 【年通号数】公開特許公報10-3190  
 【出願番号】特願平9-130154  
 【国際特許分類第7版】

G01N 27/46  
 27/41  
 27/419

【F I】  
 G01N 27/46 331  
 325 H  
 327 H

【手続補正書】  
 【提出日】平成15年2月12日（2003. 2. 12）

【手続補正1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0108  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【0108】ここで、排気管内のガス流速は中央部は速く、内壁面方向に向かって遅くなる分布を持っている。従って、図10Aの上部ガス導入孔126aを吹き抜けるガス流速に対して下部ガス導入孔126bを吹き抜けるガス流速は速く負圧となっているため、上部ガス導入孔126aから下部ガス導入孔126bに向かうガスの流れが生じる。更に、図10Aの例では、上部ガス導入孔126aの径を下部ガス導入孔126bの径に対して小さくし、数も少なくしてあるため、効果的に下方向に流れるガス流を作っている。つまり、下部ガス導入孔126bは、ガス排出孔として機能することになる。

【手続補正2】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0122  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【0122】センサ素子12は、前記第5の実施の形態に係るガスセンサ10Eと同様に、その先端部が内側保護カバー110の底部（この場合、凹部138の底部）よりも奥まった位置に配され、前記凹部138の底部中央に形成された貫通孔140とセンサ素子12の先端部との間には、別部材の開口部114が例えば溶接により固定されている。

【手続補正3】  
 【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】図1Aは第1の実施の形態に係るガスセンサの構成を示す縦断面図であり、図1Bは図1AにおけるA-A線上の断面図である。

【図2】図1Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図3】ガスセンサ素子の構成を示す平面図である。

【図4】図3におけるB-B線上の断面図である。

【図5】ガスセンサ素子の他の構成を示す断面図である。

【図6】図6Aは第2の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図6Bは図6AにおけるC-C線上の断面図である。

【図7】図6Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図8】図8Aは第3の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図8Bは図8AにおけるD-D線上の断面図である。

【図9】図8Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図10】図10Aは第4の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図10Bは図10AにおけるE-E線上の断面図である。

【図11】図10Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図12】図12Aは第5の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図12Bは図12AにおけるF-F線上の断面図である。

【図13】図12Bに示された開口部を拡大して示す要

部拡大図である。

【図14】図14Aは第6の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図14Bは図14Aにおける開口部側を見た正面図である。

【図15】図14Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。

【図16】図16Aは第7の実施の形態に係るガスセンサの要部を示す一部省略断面図であり、図16Bは図16AにおけるG-G線上の断面図である。

【図17】図16Bに示された開口部を拡大して示す要部拡大図である。